

DEFORMABLE BEAM FOR MICROMECHANICAL DEVICE

Publication number: JP8227041 (A)

Publication date: 1996-09-03

Inventor(s): JIYON EICHI TOREGIRUGASU +

Applicant(s): TEXAS INSTRUMENTS INC +

Classification:

- **international:** **G02B26/08; G02B26/08;** (IPC1-7): G02B26/08

- **European:** G02B26/08M4E

Application number: JP19950294568 19951113

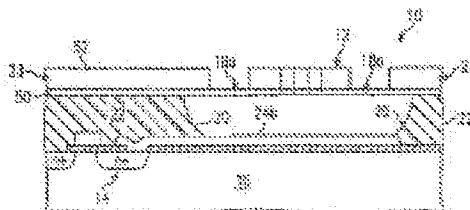
Priority number(s): US19940339363 19941114

Also published as:

EP0712022 (A2)
EP0712022 (A3)
EP0712022 (B1)
US5552924 (A)
DE69529880 (T2)

Abstract of JP 8227041 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a deformable beam deflectably supporting a mass for a micro-mechanical device. **SOLUTION:** A monolithic micro-mirror device 10 integrated to be address- specified is formed by sputtering. The micro-mirror device 10 contains a mass or a mirror 12 supported by one or more beams 18a formed by sputtering and selective etching and capable of being selectively applied with electrostatic deflection. The beams 18a are made of a conductive inter-metal aluminum compound or a mixture of two or more compounds having a relatively high melting point and a primary sliding system smaller than an FCC crystal structure and capable of being etched.



.....
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-227041

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

片内整理番号

FI

技術表示箇所

G O 2 B 26/08

G O 2 B 26/08

E

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-294568

(22)出願日 平成7年(1995)11月13日

(31)優先權主張番號 339363

(32)優先日 1994年11月14日

(33) 優先權主張国 米国 (US)

(71)出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72)発明者 ジョン エイチ. トレギルガス

アメリカ合衆国テキサス州リチャードソン、パーク プレイス 25

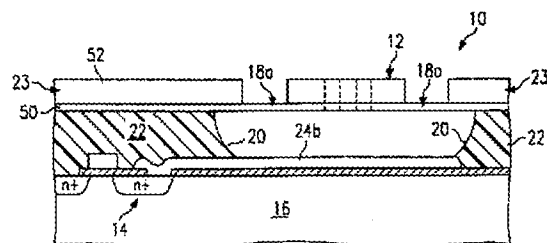
(74) 代理人 弁護士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 マイクロメカニカル・デバイス用の変形可能ビーム

(57) 【要約】

【課題】 マイクロメカニカル・デバイス用に質量を偏
向可能に支持した変形可能ビームを提供する。

【解決手段】 アドレス指定可能に集積化したモノリシックのマイクロミラー・デバイス（１０）をスパッタリング技術により形成する。該マイクロミラー・デバイス（１０）には、スパッタリング及び選択性エッチングにより形成された１又はそれ以上のビーム（１８）により支持され、選択的に静電偏向可能な質量又はミラー（１２）が含まれる。これらのビーム（１８）は導電性の金属間アルミニウム化合物、又はこのような化合物の２又はそれ以上の混合物からなり、比較的の高い融点及びＦＣＣ結晶構造より小さな一次すべり系を示し、エッチング可能なものからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 変形可能ビームにより支持された偏向可能質量を含み、前記変形可能ビームが前記質量の偏向により変形可能となる型式のマイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームにおいて、前記ビームは、比較的に高い融点を有すると共に、FCC結晶構造より少ない一次すべり系を示す1又はそれ以上の導電性アルミニウム化合物からなる変形可能ビーム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改良したビームを有するマイクロメカニカル・デバイスに関し、特に改良したビーム即ちヒンジ状の部材を有するマイクロメカニカル・デバイスに関する。本発明は、特に電氣的にアドレス指定可能に集積化したモノリシック、マイクロミラー・デバイスに関し、その電氣的及び機械的なエレメントは、スパッタリング技術と、種々の金属層及び酸化物層、フォトリソ、液体及びプラズマ・エッチング、プラズマ・ストリップ処理及び関連した技術及び物質とを用いて形成されてもよく、そのデバイスの選択的に静電偏向可能ミラーが1又はそれ以上の改良されたヒンジ状のカンチレバー、及び／又はスパッタリング及び選択エッチングにより形成されたねじれビームにより支持され、そのビームは、他の方法の非変更デバイスを作成するために採用されている典型的なプロセス工程から大きく即ち本質的な変更をしなくとも、強度の増大及び緩和の軽減を示す。

【0002】

【従来の技術】種々の型式のマイクロメカニカル・デバイスが知られている。このようなデバイスは、電氣的にアドレス指定可能かつ偏向可能な複数のミラー即ち反射器により形成されたピクセルを有する複数のマイクロメカニカル空間光変調器 (spatial light modulator ; “SLM”) を備えている。これらのSLMは、電氣的及び／又は光学的な入力に対応して入射光を変調することができるトランスデューサである。SLMは入射光を位相、強度、偏光及び／又は方向について変調することができる。

【0003】本発明は、複数のデジタル・マイクロミラー・デバイス又は変形可能ミラー・デバイス (deformable mirror device ; “DMD”) と呼ばれる前述型式のSLMに関する。本発明に関連するSLM DMDは、プリンタ、イメージ・システム、ゼログラフィック複製システム及びデジタル・ビデオ・システムのように種々のデバイスに利用され得る。本出願人に共通に譲渡された米国特許第5,041,851号、第4,728,185号、第5,101,236号、及び5,079,544号を参照すべきである。

【0004】本出願人に共通に譲渡された米国特許第

5,061,049号及び5,096,279号 (以下では「049」及び「279」という。) は、好ましいマイクロメカニカル・デバイス、特にDMD SLMを製作する構造及び方法を開示している。通常、マイクロメカニカル・デバイスは、典型的には、変形可能ビームにより支持された偏向可能即ち可動質量を備えている。

“49”によれば、DMD SLMは、相対的に厚く、総体的に平板状の複数の金属ミラー即ち反射器のアレー即ちマトリックスを備え、「質量」を構成することができる。各ミラーは、スパッタリング及び選択性エッチングにより形成されたアルミニウム又はアルミニウム合金、例えばAl (98.5~98.8%) : Si (1%) : Ti (0.2~0.5%) の層を含む。

【0005】これらのミラーはスパッタリング及び選択性エッチングにより、同様に構成され、かつ形成された比較的に薄い層上に存在する。各ミラーは1又はそれ以上のビームより支持されている。これらのビームは、各ミラー境界を越えて伸延する比較的に薄い層の複数部分を含み、続いてフォトリソ又は金属からなるものでもよい1又はそれ以上のスペーサ又はポストにより最終的に支持されている。これらのスペーサ又はポストはミラーの下に複数井戸により定められている、又は隔てられており、これらミラーは選択的に偏向されると、これらの井戸へ又はこれらから移動することができる。続いて、スペーサ若しくはポスト、及び井戸は、金属、絶縁及びフォトリソ積層の選択性堆積、及び除去又はパターニングにより形成される。

【0006】偏向されていないDMDミラーは、「水平」即ち井戸の上にあり、かつ基板に対してほぼ平行となる定位置を取ることができ、この基板の上に又は内にDMDが形成されている。垂直に配置されている各ミラーは、第1の方向に入射される光を反射する。このミラーは、所定の静電吸引力又は反発力を選択的に印加することにより、その定位置から選択的に偏向可能である。偏向可能ミラーは水平方向から「非水平に」又は水平から回転されてもよい。各偏向可能ミラーは、偏向の量、従って印加した静電力の存在及び／又は強さに依存する第2の方向へ偏向することにより、入射された光を変調する。

【0007】その定位置からミラーを移動させると、そのビーム (それらのビーム) を変形させ、これに位置エネルギーを蓄積させる。蓄積された位置エネルギーは、静電力が除去されるとミラーをその定位置に戻そうとする。ミラーを支持するビーム (複数のビーム) は、カンチレバーモード、ねじれモード、又はたわみモードという両モードの組合せにより変形可能である。

【0008】アレーのミラー又はそれらのマトリックスの選択的な静電偏向は、基板上に又は基板内に、かつ壁の底部上に又は底部に位置する複数電極の合同アレー又はマトリックスにより選択的に実行される。選択された

静電力を発生する電圧は、MOSFET又は機能的に同様の複数エレメント、及び複数電極に関連した電気的な複数の関連構成要素により、複数電極に選択的に印加される。これらの回路エレメント及び複数の構成要素は、集積回路を製造する伝統的なプロセス技術により、基板上に及び内に典型的に形成される。特に、MOSFET若しくは他の複数エレメント、及びこれらに関連する構成要素と共に、ミラー、ビーム、ポスト又はスペーサ及び電極は、好ましくは、典型的なCMOS又は同様の技術により、シリコン又は他の基板内及び基板上に集積化したモノリシックに形成される。

【0009】前述の型式のマイクロメカニカル・デバイスの広範な試験及び解析により、ビームの強度は、その緩和（「クリープ」又は「変形」としても知られている現象）に耐え、その後の使用に耐えるのに十分でないことを示すものであった。このようなビームの緩和は、マイクロメカニカルDMD SLM及び同様の他のマイクロメカニカル・デバイスの動作不良に帰結する。例えば、緩和ビームは、これに印加される静電吸引力が存在しないときに、定位値にミラーを保持すること、又は戻すことができない。定位値以外の動作において、ミラーは第1又は第2の送り先以外に入射光を反射させることができる。従って、ビームの緩和は入射光の意図しない変調に至る。その上、緩和がミラーをその定位値へ正しく戻らないという結果にならなくとも、ミラーのビーム（複数のビーム）における緩和は、適用可能電極に所定の電圧を印加する際にミラーが適当量により偏向されない結果となり得る。ここでも、入射光を不適正に変調することに帰結する。

【0010】アルミニウム合金からなるビームより強力、かつ緩和の影響が小さいビームは、知られている。例えば、前述の型式に係る初期に開発されたSLMは、酸化シリコンからなるビーム状部材を使用していた（米国特許第4,356,730号、第4,229,732号、及び第3,886,310号の参照こと）。前述のアルミニウム合金より強力、かつ緩和即ちクリープの影響が小さい物質からDMDミラーのビーム（複数のビーム）を作成することも提案された。しかし、このような物質を使用すると、それらのアドレス指定回路及び複数の機械的なエレメントを含むDMDを作成するために現在用いられているプロセス・シーケンス及び物質（例えば、エッチング液）が実質的又は基本的な変更を必要とすることになり、プロセスの複雑さを増加させて、DMDの作成のコストに付随的な増加をもたらすかも知れないという可能性を持っている。

【0011】他の提案は、アルミナのように、アルミニウム又はアルミニウム合金をより強力かつより延性が小さな物質の積層により交互させた多重積層によりビームを製作することに関するものである。外側の積層はアルミニウム又はアルミニウム合金であり、従ってエッチン

グを含むプロセス・ステップの大多数は前述のものと同一のままであって従来のDMD構造を作成している。交互的な積層は、アルミニウム又はアルミニウム合金のスパッタ堆積を周期的に中断して、より強力かつ延性がより小さな物質をスパッタ堆積することにより、作成されるので、このプロセスがそれだけ複雑化され、製造コストを増加させる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の切実な要求は、より強力かつ緩和に対抗するビームを有し、該ビームがDMDプロセス・シーケンスの複雑さ又はコストを実質的に又は本質的に増加させることなく製作されるDMD SLMのようなマイクロメカニカル・デバイスを提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、マイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームが提供される。このマイクロメカニカル・デバイスはビームにより支持された偏向可能質量を備えている。この偏向可能質量が偏向されると、ビームが変形される。好ましい実施の形態において、マイクロメカニカル・デバイスはDMD SLMであり、また前記偏向可能質量はミラーが偏向するに従って入射光を選択的に変調する可動又は偏向可能ミラーである。

【0014】改良されたビームは、1又はそれ以上の下記方法により特徴付けられる。

【0015】+++ ビームは導電性の1又はそれ以上のアルミニウム化合物からなる。

【0016】+++ ビームは一般式 $Al_x Q_y$ のアルミニウム化合物からなる。ただし、Qは酸素ではなく、前記アルミニウム化合物は比較的に高融点を有し、かつFCC結晶構造による12の一次すべり系より少ない一次すべり系を示す。

【0017】+++ 前記特徴において、Qは金、カルシウム、銅、鉄、ハフニウム、マグネシウム、ニオブ、ニッケル、スカンジウム、コバルト、タンタル、ジルコニウム、バリウム、モリブデン、ストロンチウム、タングステン、ルテニウム、バナジウム、クロム、イリジウム、ロジウム、リチウム、アンチモン、チタン、セリウム、ガドリニウム、ホルミウム、ランタン、ルテチウム、ネオジム、サマリウム、テルビウム、セレン、炭素、ヒ素、ホウ素、リン、又は窒素である。

【0018】+++ 前記ビームは、導電性のアルミニウム金属間化合物、又は2又はそれ以上の前記アルミニウム化合物の混合物からなるグループから選択された電気的な非絶縁性物質からなる。

【0019】+++ 前記特徴において、前記物質は $Al_2 Au$, $Al_2 Ca$, $Al_2 Cu$, $Al_3 Fe$, $Al_3 Hf$, $Al_3 Mg_2$, $Al_3 Nb$, $Al_3 Ni$, $Al_3 Sc$, $Al_3 Ta$, $Al_3 Zr$, $Al_3 Ba$, Al_4

Mo, Al₄ Sr, Al₄ W, Al₈ Ru, Al₇ Cr, Al₈ V₅, Al₉ Co₂, Al₉ Ir₂, Al₉ Rh₂, AlLi, Al₃ Ti, AlTi, AlSb, AlAs, AlP, AlN, Al₃ Ce, Al₃ Gd, Al₃ Ho, Al₃ La, Al₃ Lu, Al₃ Nd, Al₃ Sm, Al₃ Tb, Al₂ Se₃, Al₄ C₃, AlB₂, AlTi+Al₃ Ti, 及び Al₃ Ti+AlN である。

【0020】+++ 前記ビームは、アルミニウムと、アルミニウムを含む金属間化合物と、アルミニウム及び稀土類を含む化合物と、アルミニウム及び非金属を含む化合物とからなるグループから選択された導電性物質からなる。

【0021】全ての前記特徴において、このように構成されたビームは、従来技術のビーム、特にアルミニウム又はアルミニウム合金から作成されたビームより強力、かつ緩和の影響が小さい。改良されたビームはアルミニウムを含むので、典型的な又は便宜的に変更されたアルミニウム・エッチング化学及び手順を適宜用いることができる。更に、ビームは、導電性であり、従って典型的な従来技術のDMDで見られるように、適当な電位をビームを介してミラーに印加可能にさせる。

【0022】

【実施例】図1をまず参照すると、本出願人に共通して譲渡されたホーンベック (Hornbeck) の米国特許第5,061,049号、及びリー (Lee) に対する米国特許第3,600,798号に示されている型式のものでよい隣接する個別的なDMD10の形式にある複数のマイクロメカニカル・デバイスが示されている。更に、DMD10はカーデ (Cade) に対する米国特許第4,356,730号、ハートスタイン (Hartstein) に対する米国特許第4,229,732号、ナートハンソン (Nathanson) ほかに対する米国特許3,896,338号、及びグルトバーク (Guldborg) ほかに対する米国特許第3,886,310号に示すものと同様である。DMD10は図1に示すようなアレーに配置されてもよく、また本出願人に共通に譲受されたネルソン (Nelson) ほかに対する米国特許第5,101,236号、デモンド (DeMond) ほかに対する米国特許第5,079,544号、及びネルソンに対する米国特許第5,041,851号、及びトーマス (Thomas) に対する米国特許第4,728,185号に示され、かつ説明されているようなシステムに用いることができる。以下の説明において、DMD10は2安定又はデジタル・モードにおいて動作するものとして説明されているが、これらは3安定又はアナログのような他のモードにより動作されてもよい。

【0023】図1～図3に概略的に示すように、各DMD10は選択的に可動又は偏向可能質量を含み、DMD

10の場合に、この偏向可能質量は比較的厚く、塊状の金属又は金属のように光を反射する可動即ち偏向可能なミラー12と、ミラー12を選択的に静電偏向する関連のアドレス指定回路14(2つのみが示されている。)

とを備えている。共通基板16内及び上のミラー12のアレー及びアドレス指定回路14をモノリシックに形成する方法は、前述の米国特許明細書に記載されている。勿論ここで、以下で記述しているDMD10以外のマイクロメカニカル・デバイスは、本発明の要旨を都合よく利用することができる。

【0024】典型的には、各ミラー12は1又はそれ以上の比較的薄い一体的に支持するビーム即ちヒンジ18上で可動又は回転することにより偏向をする。図1は各ミラー12が一对の半径方向で対立するねじれビーム18aにより支持されている状態を示すが、各ミラー12は、前述のように、1又はそれ以上のカンチレバー・ビーム18b(2型式を図4bに示す。)、又はたわみビーム18c(1型式を図4cに示す。))により支持されてもよい。図4aは4型式のねじれビーム支持のDMD10を示す。

【0025】アンダーカットされた井戸20(図1には示されていない。))は、カラム部材22の間で定められ、このカラム部材22はDMD10の形成中にエッチング、堆積及び/又は注入マスクの一部として機能した後、共通基板16上に残留している残留フォトリソストを含むものであってもよい。カラム部材22により、ビーム18と、複数のミラー12、ビーム18、及びミラー12を取り囲み、かつ概略的にミラー12と共平面をなす金属部分23とが支持されている。

【0026】各井戸20は、関連するミラー12の少なくとも一部の偏向を、この部分を図3に示す偏向されていない即ち定位値から、図2に方向矢印により示されているように共通基板16方向へ移動可能にさせることにより、適応させる。各ミラー12の偏向は、ミラー12と、井戸20に位置した関連の制御電極即ちアドレス指定電極24とに適当な電位を印加して発生する電界により印加される吸引又は反発静電力によって、実行される。この電位は、アドレス指定回路14と関連する回路及び複数の回路素子とにより、制御電極24及びミラー12に選択的に印加される。ミラー12は、典型的には、アース電位にあって、その間には、選択した電圧が制御電極24に印加されており、これによってミラー12に吸引力を作用させている。反発力は、ミラー12及びこれらの制御電極24に同一極性の電位を印加することにより、ミラー12に印加されてもよい。

【0027】図2に想像線により、かつ図3に示すように、ビーム18が変形されていないときは、ミラー12の定位値を設定することができる。ビーム18は、変形されると、ビーム18が変形されていないときにビーム18が取るべき位置へ戻ろうとするエネルギーを蓄える。

ミラー12がその定位値にあるときに、DMD10に入射される光は、第1の位置に反射される。アドレス指定回路14が適当な電位を印加すると、そのミラー12は静電力により、その定位値から制御電極24及び共通基板16に向かって吸引される、又はこれに対して反発する。従って、ミラー12は、選択したランディング位置に係合するまで、移動又は偏向する。

【0028】ランディング電極34の利用は前述の「279」米国特許により推奨されている。特に、ランディング電極34はミラー12と同一電位に保持されており、ミラー12用の機械的なストッパとして使用され、従ってその偏向位置を設定する。更に、ランディング電極34とミラー12との係合はミラー12が制御電極24と係合するのを阻止する。このような係合は、ミラー12と制御電極24との間の電位差のために、ミラー12を通して電流が流れる結果となる。この型式の電流は、ミラー12を制御電極24に融着させる、又は比較的に薄いビーム18を溶断即ち溶解させる可能性がある。

【0029】ミラー12の偏向位置において、入射光は第2の位置へ反射される。ミラー12が偏向されていないときに光が進行する第1の位置は、視野スクリーン又はゼログラフ印刷装置の感光ドラムのような利用装置が取っても、又は構成するものでもよい。第2の位置へ進行する光は、吸収されても、又は第1の位置に到達しないように阻止されてもよい。勿論、第1及び第2の位置の役割を反転することができる。以上の方法では、入射光がDMD10により変調されるので、入射光はどの位置が利用装置を含むにせよ、選択的に到達するか、又は達成しない。

【0030】図1～図3には、一对の制御電極24a、24b及び一对のランディング電極34a、34bに関連されるべき各ミラー12が示されている。DMD10が前述のように二進即ち2安定モードにより動作しているときは、各ミラー12は、図2に想像線により表された偏向されていない定位値と、図2に示すように、逆時計方向に回転された位置との間でのみ移動可能である。図2には示されていないが、ミラー12の逆時計方向に回転は、ミラー12が左側のランディング電極34aの接点に係合するまで、発生する。ミラー12が好ましい接地電位にあるときは、ミラー12の逆時計方向への回転は、アドレス指定回路14により左側の制御電極24aに電圧を印加することにより、実行される。後者の事象では、右側の制御電極24b及びランディング電極34bを除去しても、又は使用しなくてもよい。

【0031】ミラー12が静電反発力により回転されると、ミラー12及び右側の制御電極24bは同一の極性電位を有しており、図2に示す逆時計方向に回転を達成する。この事象では、左側の制御電極24a及び右側のランディング電極34bは除去される又は使用されな

い。

【0032】DMDは更に、ミラー12が完全に逆時計方向の定位値と、ミラー12が右側のランディング電極34bに係合する時計方向位置との間で回転し得る二進モードにより作動可能にされている。このように作動されたときは、変形されていないビーム18はミラー12の定位値を設定することはない。更に、接地電位にあるミラー12は、制御電極24a上の電位により完全に逆時計方向に回転される。制御電極24bの電位は非常に低い値を有するか又は0である。ミラー12は制御電極24bの適当な電位により、右側のランディング電極34b回りを完全に時計方向に回転されると共に、制御電極24aの電位は0か、又はほぼ0である。

【0033】ミラー12が接地電位にない二進動作順列では、異なる極性及び/又は値の電圧は制御電極24a、24bに同時に印加され、ミラー12の相補的な部分を吸引及び反発してこれらを選択的に回転させる。三安定動作はミラー12を完全に逆時計方向又は完全に時計方向に回転させることにより達成されると共に、制御電極24a、24bが共に減勢されているときは、これらミラーは変形されていないビームにより設定される中間的な定位値を取る。アナログ動作は、適当な値を有する電位を制御電極24a、24bに印加することにより、ミラー12を選択した量だけ逆時計方向及び/又は時計方向へ回転させることにより達成される。アナログ動作において、ランディング電極34a、34bの係合により特徴付けられるミラー12の完全な回転は、ミラー12が取り得る理論的に無数の回転位置のうちの一つのみである。

【0034】図4aは、ねじれビーム18aによりミラー12を支持している種々のDMDを示すものであり、上右に、図1～図3に概念的に示した種々のねじれビームを含む。前述のように、ねじれビーム18aにより支持されたミラー12は、選択的に、ねじれビーム18aと一致するねじれビーム18a上の回転軸40回りを回転可能である。回転軸40は、ミラー12の対称軸と一致していない右下の表示のものを除き、全てミラー12の対称軸と一致している。図4bでは、ビーム18がカンチレバー・ビーム18bであり、かつミラー12がカンチレバー・ビーム18bに対して垂直な回転軸42回りで可動即ち偏向可能である。図4a及び図4bには示されていないが、明らかなものとして、制御電極24は、回転軸40及び42に対して非対称的に配置される必要がある。

【0035】図4cにおいて、ビーム18はいわゆる、たわみビーム18cであり、これはねじれモード及びカンチレバー・ビーム・モードにおいてミラー12の動きにより変形する。特に、各たわみビーム18cはねじれ変形可能エレメント44、及びカンチレバー・ビーム・モードにおける変形可能エレメント46を含む。ミラー

12の吸引、又は制御電極24に対するミラー12の反発により、ミラー12は共通基板16に対してほぼ平行したままピストン状に移動する。

【0036】図1～図3に戻ると、各ミラー12は図示されている金属層50及び52のように、2又はそれ以上の層を含むものでもよい。これらの金属層50及び52は、モノリシック集積回路を製造するために用いられている典型的な手順に従って、また実行する過程で選択的に堆積され、かつパターン化又はエッチングされてもよい。このようにして、ミラー12、ビーム18及びアドレス指定回路14は全て一連の相互に関係するプロセス工程により作成されてもよい。従来、金属層50及び52は、いずれも約98、8：1：2の百分率によりAl：Ti：Siの合金からなり、金属層50は約500Åから約1000Åの厚さであり、かつ金属層52は約3,000Åから約5,000Åの厚さである。しかし、他の厚さが使用された。金属層50及び52はいずれも他のアルミニウム合金又はアルミニウムであってもよい。

【0037】DMDを製作するために、カラム部材22に連続し、前に堆積した層の自由面上に、典型的にはスパッタリングにより、比較的に薄い金属層50がまず堆積される。次いで、金属層50の自由面上に比較的に厚い金属層52が堆積される。金属層50及び52に対する選択的なパターニングにより、ビーム18が存在すべき薄い金属層50を除く薄い金属層52を除去し、かつミラー12及びビーム18の周辺部が存在すべき金属層50及び52の両者を除去する。これらの周辺部と周辺領域の金属部分23との間には、定められたアクセス・ギャップ54が存在する。金属層50及び52の選択パターニングは両者を通るアクセス孔56を作成する。プラズマ・エッチングによるものと同様に、アクセス・ギャップ54及びアクセス孔56を介してカラム部材22を選択的に除去することにより井戸20を作成する。

【0038】いくつかの実施の形態において、前述のように、ビーム18及びそれらのミラー12の支持は井戸20の形成後に残留するカラム部材22によって達成されることが好ましいと思われる。図5aは、図1～図3のDMD10におけるねじれビーム18aに代わって、DMD10のカンチレバー・ビーム18bに当該形式のサポートを示す。図5bはいくらか違って構築した、かくれヒンジ、カンチレバー・ビーム18b、DMD10を示すものであり、カンチレバー・ビーム18b及びミラー12が金属ポスト58により設けられている。この金属ポスト58は井戸20と同一機能を利用している開放領域60上にミラー12を懸架させている。「049」特許明細書の図35a～35eは、本明細書における図1～図4及び図5aに示す型式のDMD10を製造する第1の方法を示している。これら「049」特許明細書における図において、層326は最終的にビーム1

8として用いるスパッタリングの軽アルミニウム層、及び最終的にミラー12を形成するスパッタリングの軽アルミニウム層326である。前記特許明細書において、図40a～40eは、本発明のDMD10を形成する他の方法を示すものであり、ビーム18はスパッタされた軽アルミニウム合金層180から形成され、またミラー12はスパッタリングの軽アルミニウム層190から形成されている。

【0039】ミラー12が偏向位置にあるときは、ビーム18が変形され、従ってビーム18は、偏向されていないときにミラー12が取る位置へミラー12を戻そうとするエネルギーを蓄積する。理論的には、制御電極24がアドレス指定回路14により減勢されているときは、蓄積されたエネルギーはミラー12をこの位置に戻す。

【0040】前述の型式のDMD10は種々動作され、かつ試験された。このような試験は、DMD10がいくつかの原因により不良動作をする、又は動作できない恐れがあることを示す。

【0041】DMD10の不良動作又は故障の一原因は本出願人に共通に譲受された米国特許第5,096,279号に説明されている。特に、ミラー12と、ミラー12の偏向中に係合するランディング電極34とは、付着、溶融、又は互に張り着いてしまうことがあるので、制御電極24を単純に付勢すると、ビーム18が変形されないときにミラー12が取るべき位置にミラー12が戻らなくなってしまう恐れがある。ミラー12及びランディング電極34が互いに張り着く又は接着しないようにする特殊リセット信号を制御電極28に印加してもよい。ミラー12及びランディング電極34が張り着くのを防止する他の技術には、これらのエレメントを適当な物質により被覆することが含まれる。

【0042】DMD10の不良動作又は故障の他の原因は、それらのビーム18が典型的にはアルミニウム合金の金属層50を備えていることに関係する。アルミニウム合金は比較的に小さな降伏応力を示し、またこれから製作されたビーム18は時間に従ってクリープ、緩和又は歪みのために変形する。これらの現象はビーム18の破局故障又は破損に、又はミラー12をそのアドレス指定回路14の条件により表された位置以外に配置するに至る恐れがある。

【0043】本発明はAl：Ti：Si、又は他のアルミニウム合金の金属層50を、機械的により強固であり、かつアルミニウム又は従来使用されたアルミニウム合金の面心立方（“FCC”）結晶構造の12の一次すべり系より少ないすべり系を示すアルミニウム化合物により置換する。これらのアルミニウム化合物は、従来のアルミニウム合金に用いられていたものと同じ、又は適切に変更した堆積／エッチング材料及び化学作用の使用を可能にする。より強固な非アルミニウム材料と異なり、いくつかの変更が必要であっても、変更した化学作

用は、アルミニウムに関して時の試練を受け、かつ良く理解されている手順から基本的に外れる必要はない。

【0044】本発明のアルミニウム化合物には、アルミニウムを含む導電性金属間化合物が含まれる。前述の型式のDMDは電位をビーム18を介してミラー12に印加することが必要なので、導電性はビーム18を処理する際の重要な特性である。この必要条件は、ビーム18用に SiO_2 のように、強固であっても、ある種の非導電性材料の使用が不可能となる。ここで用いている用語「導電性金属間化合物」は、下記を意味する。

(A) アルミニウム、及び他の物質との電気的に非絶縁性化合物であって、前記他の物質は、(1)セリウム、ガドリニウム、ホルミウム、ランタン、ルテチウム、ナドリニウム、サマリウム、テルビウムのような稀土類を含む、チタン、ニッケル、鉄、ニオブ、タンタル、ジルコニウム、モリブデン、タングステン、リチウム、金、カルシウム、銅、ハフニウム、マグネシウム、スカンジウム、バリウム、ストロンチウム、ルテニウム、クロム、バナジウム、コバルト、イリジウム、及びロジウムのような金属、(2)金属、又はヒ素及びアンチモニーのような非金属としてみなしてもよい物質、又は(3)リン、窒素、セレン、ボロン及び炭素のような非金属であってもよく、

(B) (A) に述べたような化合物の混合物。

【0045】前記の定義、即ちFCCより少ない一次すべり系を有する導電性金属間化合物に適合する化合物は、(1)アルミニウム及び他の金属を含む化合物(Al_2Au , Al_2Ca , Al_2Cu , Al_3Fe , Al_3Hf , Al_3Mg_2 , Al_3Nb , Al_3Ni , Al_3Sc , Al_3Ta , Al_3Zr , Al_4Ba , Al_4Mo , Al_4Sr , Al_4W , Al_5Ru , Al_7Cr , Al_3V_5 , Al_3Co_2 , Al_3Ir_2 , Al_4Rh_2 , AlLi , Al_3Ti 及び AlTi)、(2)アルミニウムを含む化合物半導体(AlSb , AlAs , AlP 及び AlN)、(3)アルミニウム及び稀土類を含む化合物(Al_3Ce , Al_3Gd , Al_3Ho , Al_3La , Al_3Lu , Al_3Nd , Al_3Sm 及び Al_3Tb)、並びに(4)アルミニウム及び非金属を含む化合物(Al_2Se_3 , Al_4C_2 及び AlB_2)を含む化合物を含む。主題の金属間化合物の混合物には、 $\text{Al}_3\text{Ti}+\text{AlN}$ 及び $\text{Al}_3\text{Ti}+\text{AlTi}$ が含まれる。

【0046】経済的及び機能的な理由から好ましい化合物は、 Al_3Fe , Al_3Nb , Al_3Ni , Al_3Ta , Al_3Zr , Al_4Mo , Al_4W , AlAs , AlLi , AlN , AlP , AlSb , Al_3Ti , AlTi , $\text{Al}_3\text{Ti}+\text{AlTi}$, 及び $\text{Al}_3\text{Ti}+\text{AlN}$ である。

【0047】以上の全ての化合物は化合物カソードからのスパッタリングにより便宜的に、又は多重カソードに

よって同時に堆積されてもよい。いずれの技術も化合物の構成比を制御又は選択するために用いることができる。以上の化合物はかなりの又は高いアルミニウム成分を含むので、同一の又は適切に変更されたエッチング物質、及び従来のアルミニウム及びアルミニウム合金のヒンジにより用いられているようなエッチング化学(エッチング液、マスク又はストップ)は、通常、使用され続けてもよい。例えば、適当に導電性が定められたアルミニウム金属間化合物をスパッタリングして「049」特許における層326及び180を作成してもよく、これら層326及び180から本発明により改良されたビーム18を形成してもよい。改良したDMD、又は他のマイクロメカニカル・デバイスを作成するために、「049」特許において説明したプロセスに本質的に大きな他の変更は必要でなく、その変形可能ビームは、多くの使用時間中に顕著な緩和又はクリープの影響を受けることはない。

【0048】以上の説明に関連して更に以下の項を開示する。

【0049】(1)変形可能ビームにより支持された偏向可能質量を含み、前記変形可能ビームが前記偏向可能質量の偏向により変形可能となる型式のマイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームにおいて、前記変形可能ビームは、比較的に高い融点を有すると共にFCC結晶構造より少ない一次すべり系を示す1又はそれ以上の導電性アルミニウム化合物からなる変形可能ビーム。

【0050】(2)前記変形可能ビームにより支持された偏向可能質量を含み、前記変形可能ビームが前記偏向可能質量の偏向により変形可能となる型式のマイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームにおいて、前記変形可能ビームが1又はそれ以上の導電性アルミニウムの金属間化合物からなる変形可能ビーム。

【0051】(3)前記金属間化合物は、比較的に高い融点を有すると共にFCC結晶構造より少ない一次すべり系を示す第2項記載の変形可能ビーム。

【0052】(4)前記マイクロメカニカル・デバイスはSLMであり、かつ前記偏向可能質量はミラーであることを特徴とする第3項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0053】(5)前記導電性アルミニウムの金属間化合物は一般式 Al_xQ_y を有し、Qは酸素を除くことを特徴とする第4項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0054】(6)Qは、鉄、ニオブ、ニッケル、タンタル、ジルコニウム、モリブデン、タングステン、ヒ素、リチウム、窒素、リン、アンチモニー及びチタンからなるグループから選択されることを特徴とする第5項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0055】(7)前記変形可能ビームは複数の化合物

の混合物からなることを特徴とする第6項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0056】(8) 前記混合物は $AlTi$ 及び Al_3Ti であることを特徴とする第7項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0057】(9) Qはアンチモニー、ヒ素、リン及び窒素からなるグループから選択されることを特徴とする第5項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0058】(10) 前記アルミニウム化合物は一般式 Al_xQ_y であり、Qは金属元素、稀土類元素、非金属元素及び非金属ガス元素からなるグループから選択されることを特徴とする第4項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0059】(11) Qは鉄、ニオブ、ニッケル、タンタル、ジルコニウム、モリブデン、タングステン、リチウム及びチタンからなるグループから選択された金属元素であることを特徴とする第10項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0060】(12) Qはアンチモニー、ヒ素及びリンからなるグループから選択された非金属元素であることを特徴とする第10項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0061】(13) Qは窒素であることを特徴とする第10項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0062】(14) Qは金、カルシウム、銅、鉄、 hafニウム、マグネシウム、ニオブ、ニッケル、スカンジウム、タンタル、ジルコニウム、バリウム、モリブデン、サマリウム、タングステン、ルテニウム、バナジウム、ニオブ、イリジウム、ロジウム、リチウム、アンチモン、チタン、セリウム、ガドリニウム、ホルミウム、ランタン、ルテチウム、ナドリニウム、サマリウム、テルビウム、セレン、炭素、ヒ素、ホウ素、リン、及び窒素からなるグループから選択されることを特徴とする第10項記載のマイクロメカニカル・デバイス。

【0063】(15) 変形可能ビームにより支持された偏向可能質量を含み、前記偏向可能質量の偏向が前記ビームを変形させる型式のマイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームにおいて、前記ビームは、アルミニウムを含む金属間化合物と、アルミニウムを含む化合物半導体と、アルミニウム及び稀土類を含む化合物と、アルミニウム及び非金属を含む化合物とを含む化合物とからなるグループから選択された物質からなることを特徴とする変形可能ビーム。

【0064】(16) 前記物質は、 Al_2Au 、 Al_2Ca 、 Al_2Cu 、 Al_3Fe 、 Al_3Hf 、 Al_3Mg_2 、 Al_3Nb 、 Al_3Ni 、 Al_3Sc 、 Al_3Ta 、 Al_3Zr 、 Al_4Ba 、 Al_4Mo 、 Al_4Sr 、 Al_4W 、 Al_6Ru 、 Al_7Cr 、 Al_8V_5 、 Al_9Co_2 、 Al_8Ir_2 、 Al_9Rh_2 、 $AlLi$ 、 Al_3Ti 、又は $AlTi$ であることを特徴とする

第15項記載の変形可能ビーム。

【0065】(17) 前記物質は Al_3Ti であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0066】(18) 前記物質は $AlTi$ であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0067】(19) 前記物質は Al_3Ti と $AlTi$ との混合物であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0068】(20) 前記物質は AlN であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0069】(21) 前記物質は AlN と Al_3Ti との混合物であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0070】(22) 前記物質はアルミニウムを含む化合物半導体であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0071】(23) 前記物質は $AlSb$ 、 $AlAs$ 、 AlP 、又は AlN であることを特徴とする第22項記載の変形可能ビーム。

【0072】(24) 前記物質はアルミニウム及び稀土類を含む化合物であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0073】(25) 前記物質は Al_3Ce 、 Al_3Gd 、 Al_3Ho 、 Al_3La 、 Al_3Lu 、 Al_3Nd 、 Al_3Sm 又は Al_3Tb であることを特徴とする第24項記載の変形可能ビーム。

【0074】(26) 前記物質はアルミニウム及び非金属を含む化合物であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0075】(27) 前記物質は Al_2Se_3 、 Al_4C_3 、又は AlB_2 であることを特徴とする第26項記載の変形可能ビーム。

【0076】(28) 前記物質は同一の又は同様のエッチング液、及びアルミニウム及びアルミニウム合金をエッチングするために用いる手順によりエッチング可能であることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0077】(29) 前記ビームはスパッタリングにより形成されることを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0078】(30) 前記物質はアルミニウム又はアルミニウム合金より強力であり、かつ緩和の影響が小さいことを特徴とする第16項記載の変形可能ビーム。

【0079】(31) 変形可能ビームにより支持された偏向可能質量を含み、前記変形可能ビームが前記偏向可能質量の偏向により変形可能となる型式のマイクロメカニカル・デバイス用に改良された変形可能ビームにおいて、前記変形可能ビームが、2又はそれ以上の導電性アルミニウム化合物のうちの一つ又は混合物からなり、前記導電性アルミニウムは、(a) 比較的に高い融点を有し、かつFCC結晶構造より少ない一次すべり系を示

し、(b)同一又は同様のエッチング液によりエッチング可能であり、かつアルミニウム及びアルミニウム合金をエッチングするために用いられる手順によりエッチング可能であり、(c)アルミニウム又はアルミニウム合金より強力かつ緩和の影響が小さい2又はそれ以上の導電性アルミニウム化合物のうちの一つ又は混合物からなることを特徴とする変形可能ビーム。

【0080】(32)種々の金属及び酸化物層、フォトレジスト、液体及びプラズマ・エッチング、プラズマ・ストリップ処理及び関連する技術及び物質を含むスパッタリング技術を用いて、電気的にアドレス指定可能に集積化したモノリシックのマイクロミラー・デバイス10を形成する。該マイクロミラー・デバイス10には、スパッタリング及び選択性エッチングにより形成された1又はそれ以上のビーム18により支持された選択的に静電偏向可能な質量又はミラー12が含まれる。前記ビーム18は導電性の金属間アルミニウム化合物、又はこのような化合物の2又はそれ以上の混合物から構成されることにより改善される。改良されたビーム18を構成する物質は、比較的の高い融点を有し、FCC結晶構造より小さな一次すべり系を示し、アルミニウム及びアルミニウム合金をエッチングするために用いる同一又は同様の複数のエッチング液及び複数の手順によりエッチング可能であり、かつアルミニウム及びアルミニウム合金より強力かつ緩和の影響が小さい。従って、改良されたビーム18は、他の方法の非変更デバイスを作成するために採用されている典型的なプロセス工程から大きく即ち本質的な変更をしなくとも、強度の増大及び緩和の軽減を示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】DMD SLM型式のマイクロメカニカル・デバイスのアレイにおける一部の平面図であって、本発明の要旨により構成及び製作された変形可能なねじれビームにより支持された可動質量又は偏向可能質量又はそれらのミラーを表す図。

【図2】図1の線2-2にほぼ沿って見た単一DMDの

部分側断面。

【図3】図2に示され、かつ図1の線3-3にほぼ沿って見たDMDの部分側断面。

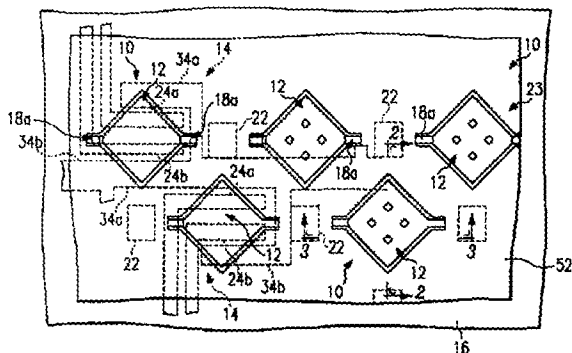
【図4】Aは4型式のねじれビームDMDを示すものであって、図1〜図3に示すDMDと機能的に同一のDMD SLMの平面図。Bは2型式のねじれビームDMDを示すものであって、図1〜図3に示すDMDと機能的に同一のDMD SLMの平面図。Cは1型式のたわみビームDMDを示すものであって、以上の全てのDMDにおけるビームを本発明の要旨に従って都合よく構成及び製作した、図1〜図3に示すDMDと機能的に同一のDMD SLMの平面図。

【図5】Aはカンチレバー・ビームDMDがカンチレバー・ビームを支持するフォトレジスト・スペーサを有する第1型式のカンチレバー・ビームDMDの側面図。Bはカンチレバー・ビームを支持する金属ポストを有し、その全てのカンチレバー・ビームが本発明の教えにより便宜的に構成され、かつ製作した第2型式のカンチレバー・ビームDMDの側面図。

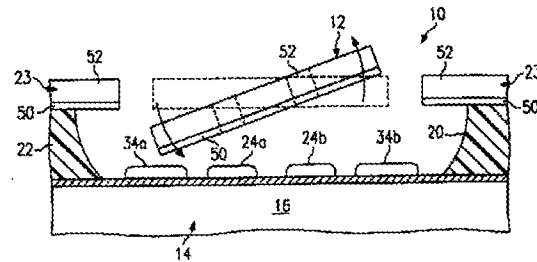
【符号の説明】

- 10 DMD (デジタル・マイクロミラー・デバイス)
- 12 偏向可能ミラー
- 14 アドレス指定回路
- 16 共通基板
- 18a ねじれビーム
- 18b カンチレバー・ビーム
- 18c たわみビーム
- 20 井戸
- 22 カラム部材
- 23 金属部分
- 24a, 24b 制御電極
- 34a, 34b ランディング電極
- 50, 52 金属層
- 58 金属ポスト

【図1】



【図2】



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the micro mechanical device which has a component of the beam, the shape of i.e., a hinge, improved especially about the micro mechanical device which has the improved beam. This invention about the monolithic and micro mirror device which were especially integrated electrically so that addressing was possible the electric and mechanical element, Sputtering technology, various metal layers and an oxide layer, photoresist, It may be formed using a liquid and plasma etching, the technology that plasma-strip-processed and was related, and a substance, An electrostatic deflection possible mirror selectively [the device] 1 or the cantilever of the improved shape of a hinge beyond it, And/or, it is supported by the torsion beam formed of sputtering and selective etching, and the beam shows strong increase and mitigation of relaxation, even if it does not make an essential large namely, change from the typical process process adopted in order to create the non-changing device of other methods.

[0002]

[Description of the Prior Art]The micro mechanical device of various form is known. Such a device is provided with two or more micro mechanical spatial-light-modulation machines (spacial light modulator;"SLM") which have the pixel formed electrically, two or more mirrors, i.e., antenna reflector, which can be deflected [that addressing is possible and]. These SLM(s) are the transducers which can modulate incident light corresponding to an electric and/or optical input. SLM can modulate incident light about a phase, intensity, polarization, and/or a direction.

[0003]This invention relates to SLM of the above-mentioned form called two or more digital micro mirror devices or a deformable mirror device (deformable mirror device; "DMD"). SLM DMD relevant to this invention may be used for various devices like a printer, an image system, the Xerographic duplication system, and the Digital Video system. US,5,041,851,B transferred common to these people, No. 4,728,185, No. 5,101,236, and No. 5,079,544 should be referred to.

[0004]US,5,061,049,B transferred common to these people and No. 5,096,279 (henceforth "049" and "279") are indicating the structure and the method of manufacturing a desirable micro mechanical device, especially DMD SLM. Usually, typically, the deviation supported by the deformable beam is possible for a micro mechanical device, namely, it is provided with movable mass. According to "49", DMD SLM can be relatively provided with the array, i.e., the matrix, of two or more plate-like metal mirrors, i.e., an antenna reflector, thickly and on the whole, and can constitute "mass." Each mirror contains the layer of the aluminum formed by sputtering and selectivity etching or an aluminum alloy (0.2 to 0.5%), for example, aluminum(98.5 to 98.8%):Si(1%):Ti.

[0005]These mirrors exist in the comparison target which was similarly constituted by sputtering and selectivity etching, and was formed on a film. Each mirror is supported from 1 or the beam beyond it. these beams are eventually supported by 1, the spacer beyond it, or post for which the thing which carries out the distraction across each mirror boundary, and which is comparatively alike, contains two or more copies of a film, and consists of photoresist or metal continuously may be used. If these spacers or posts are defined by two or more wells under a mirror, or it is separated and these mirrors are deflected selectively, it can move from these wells or these. Then, a spacer or a post, and a well are formed by metal, an insulation, selectivity deposition of photoresist lamination and removal, or patterning.

[0006]The regular position which the DMD mirror which is not deflected has on that is, ["level"] and a well, and becomes almost parallel to a substrate can be taken, and DMD is formed on this substrate or in inside. Each mirror arranged vertically reflects the light which enters in the 1st direction. This mirror can be selectively deflected from that normal position value by impressing selectively an electrostatic predetermined suction force or repulsive force. The mirror which can be deflected may rotate from "the nonaqueous common one" from a horizontal direction, or the level. Each mirror which can be deflected modulates the light which entered by deviating in the 2nd direction depending on existence of the quantity of a deviation, therefore the impressed electrostatic force, and/or strength.

[0007]If a mirror is moved from the normal position value, the beam (beam of them) will be changed and potential energy will be stored up in this. The accumulated potential energy will try to return a mirror to the normal position value, if electrostatic force is removed. The beam (two or more beams) which supports a mirror is deformable by the combination in both modes called cantilever mode, torsion mode, or deflection mode.

[0008]the alternative electrostatic deflection of the mirrors of an array, or those matrices -- a substrate top or the inside of a substrate -- and it performs selectively by the joint array or matrix of two or more electrodes located in the pars-basilaris-ossis-occipitalis top of a wall, or a pars basilaris ossis occipitalis. The voltage which generates the selected electrostatic force is selectively impressed to two or more electrodes by MOSFET or two or more electric related components functionally relevant to same two or more elements and two or more electrodes. These circuit element and two or more components are typically formed on a substrate and in inside of the traditional process technology which manufactures an integrated circuit. In particular, a mirror, a beam, a post or a spacer, and an electrode are preferably formed in the monolithic integrated in silicon or other substrates and on the substrate of typical CMOS or the same technology with MOSFET or other two or more elements, and the component relevant to these.

[0009]In an extensive examination and analysis of the micro mechanical device of the above-mentioned form, the intensity of a beam shows that it is not enough for it to be equal to the relaxation (phenomenon known also as "creep" or "modification"), and be equal to subsequent use. Relaxation of such a beam is concluded as the malfunction of micro mechanical DMD SLM and other same micro mechanical devices. for example, the thing for which a relaxation beam holds a mirror to a normal position value when the electrostatic suction force impressed to this does not exist -- or it cannot return. In the operation of those other than the regular position, the mirror can reflect incident light in addition to the 1st or 2nd destination. Therefore, relaxation of a beam results in the abnormal conditions which incident light does not mean. Even if it does not bring the result that moreover relaxation does not return a mirror to the normal position value correctly, when the relaxation in the beam (two or more beams) of a mirror impresses predetermined voltage to an applicable electrode, it can bring a result from which a mirror is not deflected by the adequate amount. Here, it concludes in modulating incident light un-properly.

[0010]The beam in which the influence of strength and relaxation is smaller than the beam which consists of aluminum alloys is known. For example, SLM developed in the first stage related to the above-mentioned form was using the beam shape component which consists of silicon oxide (US,4,356,730,B, No. 4,229,732, and No. [3,886,310] reference thing). Creating the beam (two or more beams) of a DMD mirror from a substance smaller, strength and relaxation of creep, i.e., influence, than the above-mentioned aluminum alloy was also proposed. However, the process sequence and substance which are used now in order to create DMD containing those addressing circuits and a machine plurality element if such a substance is used. (For example, an etching reagent) will need a substantial or fundamental change, makes the complexity of a process increase, and has a possibility that a subordinate increase may be brought about in the cost of creation of DMD.

[0011]Other proposals are related with manufacturing a beam like alumina by the multilayer which carried out the alternation of aluminum or the aluminum alloy by lamination of the more powerful substance with smaller ductility. Outside lamination is aluminum or an aluminum alloy, therefore the large majority of a process step including etching is still the same as that of the above-mentioned thing, and is creating the conventional DMD structure. Since alternation lamination is created by interrupting the sputter deposition of aluminum or an aluminum alloy periodically, and carrying out sputter deposition of the more powerful substance with smaller ductility, this process is complicated so much and it makes a manufacturing cost increase.

[0012]

[Problem to be solved by the invention]The serious demand of this invention has a beam which is more powerful and opposes relaxation, and provides a micro mechanical device like DMD SLM manufactured without this beam making the complexity or cost of a DMD process sequence increase substantially or intrinsically.

[0013]

[Means for solving problem]According to this invention, the deformable beam improved for micro mechanical devices is provided. This micro mechanical device is provided with the deviation feasible mass supported by the beam. A deviation of this deviation feasible mass will change a beam. In a desirable embodiment, a micro mechanical device is DMDSLML, and it is movable or a mirror which can be deflected which modulates incident light selectively as a mirror deflects said deviation feasible mass.

[0014]The improved beam is characterized by 1 or the following method beyond it.

[0015]+ ++ A beam consists of an aluminium compound beyond conductive 1 or it.

[0016]+ ++ A beam consists of an aluminium compound of general formula Al_xQ_y . However, Q has a high-melting point in comparison, and, as for not oxygen but said aluminium compound, shows primary slide systems fewer than the primary slide system of 12 by an FCC crystal structure.

[0017]+ ++ Q in said feature Gold, calcium, copper, iron, hafnium, Magnesium, niobium, nickel, a scandium, cobalt, tantalum, A zirconium, barium, molybdenum, strontium, tungsten, They are a ruthenium, vanadium, chromium, iridium, rhodium, lithium, antimony, titanium, cerium, gadolinium, holmium, a lanthanum, lutetium, neodymium, samarium, a terbium, selenium, carbon, arsenic, boron, a phosphorus, or nitrogen.

[0018]+ ++ Said beam consists of an electric non-insulating material chosen from the group who consists of a mixture of said aluminium compound beyond the conductive compound between aluminum metals, 2, or it.

[0019]+ ++ In said feature, Said substance aluminum₂Au, aluminum₂Ca, aluminum₂Cu, aluminum₃Fe, aluminum₃Hf, aluminum₃Mg₂, and aluminum₃Nb, aluminum₃nickel, aluminum₃Sc, aluminum₃Ta, aluminum₃Zr, aluminum₄Ba, aluminum₄Mo, aluminum₄Sr, aluminum₄W, aluminum₆Ru, aluminum₇Cr, aluminum₈V₅, aluminum₉Co₂, aluminum₉Ir₂, aluminum₉Rh₂, AlLi, aluminum₃Ti, AlTi, AlSb, AlAs, AlP, AlN, Al₃Ce, aluminum₃Gd, They are aluminum₃Ho, aluminum₃La, aluminum₃Lu, aluminum₃Nd, aluminum₃Sm, aluminum₃Tb, aluminum₂Se₃, aluminum₄C₃, AlB₂, and AlTi+aluminum₃Ti and aluminum₃Ti+AlN.

[0020]+ ++ Said beam consists of a conductive substance chosen from the group who consists of aluminum, the intermetallic compound containing aluminum, a compound containing aluminum and rare-earth, and a compound containing aluminum and a nonmetal.

[0021]In said all features, the beam constituted in this way has influence smaller than the beam created from the beam especially aluminum, or the aluminum alloy of conventional technology of strength and relaxation. Since the improved beam contains aluminum, the aluminum etching chemistry and the procedure which were changed typically for convenience can be used suitably. A beam enables impression of suitable potential to a mirror via a beam so that it may be conductivity, therefore may see by DMD of typical conventional technology.

[0022]

[Working example]US,5,061,049,B of phon Bec (Hornbeck) transferred in common with these people when drawing 1 was referred to first, And two or more micro mechanical devices in the form of adjoining individual DMD10 the thing of the form shown in US,3,600,798,B to Lee (Lee) may be sufficient as are shown. US,4,356,730,B [as opposed to KADE (Cade) in DMD10], US,4,229,732,B to heart SUTAIN (Hartstein), What is shown in US,3,886,310,B to the U.S. Pat. No. 3,896,338 item to NATOHANSON (Nathanson) etc., guru TOBAGU (Guldborg), etc. is the same. US,5,101,236,B to Nelson (Nelson) etc. by whom DMD10 may be arranged at the array as shown in drawing 1, and inheritance was done common to these people, US,5,079,544,B to DEMONDO (DeMond) etc., And it can use for a system which is shown and explained to US,5,041,851,B to Nelson, and US,4,728,185,B to Thomas (Thomas). In the following explanation, although DMD10 is explained as what operates in 2 stability or a digital mode, these may operate with other modes like 3 stability or an analog.

[0023]As shown in drawing 1 – drawing 3 in outline, each DMD10 is selectively movable or it contains deviation feasible mass, In the case of DMD10, this deviation feasible mass is provided with the mirror [movable / the mirror /, i.e., it can deviate,] 12 which reflects light like [it is thick in comparison and] massive metal or metal and and, and the addressing circuit 14 (only two are shown.) of the relation which carries out the electrostatic deflection of the mirror 12 selectively. The method of forming the array and the addressing circuit 14 of the mirror 12 of the top in the common substrate 16 in a monolithic is written in the above-mentioned United States Patent specification. Of course, micro mechanical devices other than DMD10 described below can use the summary of this invention with sufficient convenience here.

[0024]Typically, each mirror 12 deviates by movable or rotating on 1 or the beam 18 thin in comparison beyond it, i.e., a hinge, supported in one. Although drawing 1 shows the state where each mirror 12 is supported by the torsion beam 18a opposing by a radial direction of a couple, Each mirror 12 may be supported as mentioned above by the cantilever beam 18b (two form is shown in drawing 4 b.) or the deflection beam 18c (one form is shown in drawing 4 c.) beyond 1 or it. Drawing 4 a shows DMD10 of torsion beam support of four form.

[0025]The undercut ***** well 20 (not shown in drawing 1.), It is set between the column components 22, and this column component 22 may contain the remains photoresist which remains on the common substrate 16, after functioning as some of etching, deposition, and/or implanting masks during formation of DMD10. The metal part 23 which encloses the beam 18, two or more mirrors 12 and the beam 18, and the mirror 12, and makes the mirror 12 and ***** in outline by the column component 22 is supported.

[0026]As for each well 20, the deviation of at least some related mirrors 12 is adapted by [for which this portion is shown in drawing 3] not deviating, i.e., making it movable in the common substrate 16 direction from a normal position value, as shown to drawing 2 by direction arrows. The deviation of each mirror 12 is performed by suction or rebounding electrostatic force impressed by the electric field which impress the suitable potential for the mirror 12, and the control electrode 24, i.e., the addressing electrode, of the relation located in the well 20, and are generated. This potential is selectively impressed to the control electrode 24 and the mirror 12 by the circuit and two or more circuit elements relevant to the addressing circuit 14. The mirror 12 is in ground potential typically, and the selected voltage is impressed to the control electrode 24 in the meantime.

The suction force is made to act on the mirror 12 by this.

Repulsive force may be impressed to the mirror 12 by impressing the same polar potential to the mirrors 12 and these control electrodes 24.

[0027]drawing 2 — a fictitious outline — and as shown in drawing 3, when the beam 18 is not changed, the normal position value of the mirror 12 can be set up. If the beam 18 changes, when the beam 18 is not changed, the energy which tries to return to the position which the beam 18 should take will be stored. When the mirror 12 is in the normal position value, the light which enters into DMD10 is reflected in the 1st position. If the addressing circuit 14 impresses suitable potential, the mirror 12 will be attracted toward the control electrode 24 and the common substrate 16 by electrostatic force from the normal position value, or will be repelled to this. Therefore, the mirror 12 moves or deviates until it engages with the selected landing position.

[0028]Use of the landing electrode 34 is recommended by the above-mentioned "279" United States patents. Especially the landing electrode 34 is held at the same potential as the mirror 12, and is used as a mechanical stopper for the mirrors 12, therefore sets up the deflecting positions. Engagement of the landing electrode 34 and the mirror 12 prevents that the mirror 12 engages with the control electrode 24. Such engagement brings a result into which current flows through the mirror 12 for potential difference between the mirror 12 and the control electrode 24. Current of this form may make the mirror 12 weld to the control electrode 24, or may blow out namely, dissolve the beam 18 thin in comparison.

[0029]Incident light is reflected in the 2nd position in deflecting positions of the mirror 12. Use equipment like a photoconductive drum of a viewing screen or a zero graph printer may take the 1st position in which light advances when the mirror 12 is not deflected, or it may be constituted. Light which advances to the 2nd position may be prevented even if absorbed, or so that the 1st position may not be reached. Of course, a role of the 1st and 2nd positions can be reversed. in the above method, since incident light is modulated by DMD10, which position should carry out incident light including use equipment — it reaches selectively or does not attain.

[0030]Each mirror 12 which should relate to the control electrodes 24a and 24b of a couple and the landing electrodes 34a and 34b of a couple is shown in drawing 1 – drawing 3. While DMD10 is operating by advance to second base, i.e., 2 stable modes, as mentioned above, each mirror 12 is movable only between the regular position which was expressed to drawing 2 by the fictitious outline and which is not deflected, and the position rotated to the reverse clockwise rotation as shown in drawing 2. Although not shown in drawing 2, rotation is generated in the reverse clockwise rotation of the mirror 12 until the mirror 12 engages with the point of contact of the left-hand side landing electrode 34a. When the mirror 12 is in desirable earth potentials, rotation to the reverse clockwise rotation of the mirror 12 is performed by impressing voltage to the left-hand side control electrode 24a by the addressing circuit 14. In the latter phenomenon, even if it removes the right-hand side control electrode 24b and the landing electrode 34b, it is not necessary to use it.

[0031]If the mirror 12 rotates according to electrostatic repulsion, the mirror 12 and the right-hand side control electrode 24b will have the same polar potential, and will attain rotation to a reverse clockwise rotation shown in drawing 2. In this phenomenon, the left-hand side control electrode 24a and the right-hand side landing electrode 34b are removed, or are not used.

[0032]an advance to second base in which the mirror 12 may rotate DMD thoroughly further between a regular position of a reverse clockwise rotation, and a clockwise rotation position whose mirror 12 engages with the right-hand side landing electrode 34b — an operation is made possible by a mode. When it operates in this way, the beam 18 which does not change does not set up a normal position value of the mirror 12. The mirror 12 in earth potentials rotates to a reverse clockwise rotation thoroughly with potential on the control electrode 24a. Potential of the control electrode 24b is whether it has a very low value and 0. With suitable potential of the control electrode 24b, the mirror 12 rotates thoroughly a circumference of the right-hand side landing electrode 34b clockwise, and potential of the control electrode 24a is 0 or about 0.

[0033]the advance to second base which does not have the mirror 12 in earth potentials — in permutation of operation, the voltage of different polarity and/or value is simultaneously impressed to the control electrodes 24a and 24b, attracts and repels the complementary portion of the mirror 12, and may rotate these selectively. When 3 operational stability is thoroughly attained a reverse clockwise rotation or by making it rotate clockwise thoroughly in the mirror 12 and both the control electrodes 24a and 24b are diminished, these mirrors take the interim regular position set up by the beam which does not change. Analog operation is attained by rotating only the quantity which chose the mirror 12 to a reverse clockwise rotation and/or a clockwise rotation by impressing the potential which has a suitable value to the control electrodes 24a and 24b. In analog operation, perfect rotation of the mirror 12 characterized by the engagement of the landing electrodes 34a and 34b is one of the theoretically countless rotary places which the mirror 12 can take.

[0034]Drawing 4 a shows various DMD(s) which are supporting the mirror 12 by the torsion beam 18a. Various torsion beams shown in drawing 1 – drawing 3 in outline are included in the upper right. As mentioned above, the mirror 12 supported by the torsion beam 18a is pivotable selectively in the circumference of the axis of rotation 40 on the torsion beam 18a which is in agreement with the torsion beam 18a. The axis of rotation 40 is altogether in agreement with the axis of symmetry of the mirror 12 except for the thing of a display of the lower right which is not in agreement with the axis of symmetry of the mirror 12. In drawing 4 b, the beam 18 is the cantilever beam 18b, and movable at the circumference of the vertical axis of rotation 42, i.e., a deviation, is possible for the mirror 12 to the cantilever beam 18b. Although not shown in drawing 4 a and drawing 4 b, the control electrode 24 needs to be asymmetrically arranged to the axes of rotation 40 and 42 as a clear thing.

[0035]In drawing 4 c, the beam 18 is what is called the deflection beam 18c, and transforms this by motion of the mirror 12 in torsion mode and a cantilever beam mode. Especially each deflection beam 18c is twisted, and contains the deformable element 44 and the deformable element 46 in a cantilever beam mode. The mirror 12 moves in the shape of a piston by rebounding of the mirror 12 to suction of the mirror 12 or the control electrode 24, been mostly parallel to the common substrate 16.

[0036]When it returns to drawing 1 – drawing 3, each mirror 12 may contain 2 or the layer beyond it like the metal layers 50 and 52 currently illustrated. These metal layers 50 and 52 are selectively deposited in the process to perform according to the typical procedure in which it is used in order to manufacture a

monolithic integrated circuit, and may be patternized or etched. Thus, the mirror 12, the beam 18, and the addressing circuit 14 may be altogether created by the process process related to mutual [a series of]. Conventionally, the metal layers 50 and 52 all consist of an alloy of aluminum:Ti:Si with the percentage of about 98.8:1:2, and the metal layer 50 is about 500 to about 1000 Å in thickness.

And the metal layer 52 is about 3,000 to about 5,000 Å in thickness.

However, other thickness was used. The metal layers 50 and 52 may all be other aluminum alloys or aluminum.

[0037]In order to manufacture DMD, the column component 22 is followed and the metal layer 50 thin in comparison accumulates first by sputtering typically on the free face of the layer deposited before. Subsequently, the metal layer 52 thick in comparison accumulates on the free face of the metal layer 50. Both of the metal layers 50 and 52 in which the thin metal layer 52 except the thin metal layer 50 in which the beam 18 should exist should be removed, and the periphery of the mirror 12 and the beam 18 should exist by alternative patterning to the metal layers 50 and 52 are removed. The defined access gap 54 exists between these peripheries and metal parts 23 of adjacent spaces. Selection patterning of the metal layers 50 and 52 creates the access hole 56 which passes along both. The well 20 is created like what is depended on plasma etching by removing the column component 22 selectively via the access gap 54 and the access hole 56.

[0038]In some embodiments, it seems with it being above that it is preferred to be attained by the column component 22 which remains after formation of the well 20 as for support of the beams 18 and those mirrors 12. Drawing 5 a shows the support of the form concerned to the cantilever beam 18b of DMD10 instead of drawing 1 – the torsion beam 18a in DMD10 of drawing 3. It hides, a hinge, the cantilever beam 18b, and DMD10 are shown, and the cantilever beam 18b and the mirror 12 are formed [which some drawing 5 b changed and was built] with the metallic posts 58. These metallic posts 58 are making the mirror 12 hang on the open areas 60 using the same function as the well 20. Drawing 35 [of “049” patent specifications] a – 35e show the 1st method of manufacturing DMD10 of the form shown in drawing 1 – drawing 4, and drawing 5 a in this Description. In the figure in these “049” patent specifications, the layers 326 are a ** aluminum layer of SUPARRINGU eventually used as the beam 18, and the ** ARUMINIU layer 326 of sputtering which forms the mirror 12 eventually. In said patent specification, drawing 40 a – 40e show other methods of forming DMD10 of this invention.

The beam 18 is formed from the light aluminum alloy layer 180 by which the sputtering was carried out, and the mirror 12 is formed from the light aluminum layer 190 of sputtering.

[0039]When the mirror 12 is in deflecting positions, the beam 18 is changed, therefore the beam 18 accumulates energy which tries to return the mirror 12 to a position which the mirror 12 takes, when not deviating. Theoretically, when the control electrode 24 is diminished by the addressing circuit 14, as for accumulated energy, the mirror 12 is returned to this position.

[0040]Various DMD10 of the above-mentioned form operated, and they were examined. It is shown that such an examination has a possibility that DMD10 may carry out poor operation by some causes, or it cannot operate.

[0041]One cause of poor operation of DMD10 or failure is explained to US,5,096,279,B by which inheritance was carried out common to these people. Especially the mirror 12 and the landing electrode 34 engaged during a deviation of the mirror 12, Since it may stretch and arrive at adhesion, melting, or **, when the control electrode 24 is energized simply, and the beam 18 is not changed, a position which the mirror 12 should take has a possibility that the mirror 12 may stop returning. A special reset signal the mirror 12 and the landing electrode 34 stretch mutually, and keep them from reaching or pasting up may be impressed to the control electrode 28. Covering these elements with a suitable substance is included in other technology of preventing the mirror 12 and the landing electrode 34 from stretching and reaching.

[0042]Other causes of poor operation of DMD10 or failure are related to those beams 18 being typically provided with the metal layer 50 of an aluminum alloy. The beam 18 which boiled the aluminum alloy comparatively, and showed small yield stress, and was manufactured after this changes according to time for creep, relaxation, or distortion. These phenomena have a possibility of coming to arrange the catastrophic failure of the beam 18, breakage, or the mirror 12 in addition to the position expressed by the conditions of the addressing circuit 14.

[0043] This invention the metal layer 50 of aluminum:Ti:Si or other aluminum alloys, The aluminium compound in which slide systems firmer mechanically and fewer than the primary slide system of 12 of the face-centered-cubic ("FCC") crystal structure of the aluminum alloy used aluminum or conventionally are shown replaces. These aluminium compounds enable use of the deposition / etching material, and chemical action which were changed appropriately identically to what was used for the conventional aluminum alloy. Unlike a firmer non-aluminum material, even if some change is required, it is not necessary to receive the trial at the time and to separate from the changed chemical action fundamentally from the procedure understood well about aluminum.

[0044] A compound between conductive metals containing aluminum is contained in an aluminium compound of this invention. Since DMD of the above-mentioned form needs to impress potential to the mirror 12 via the beam 18, conductivity is the important characteristic at the time of processing the beam 18. Like SiO_2 , even if this necessary condition is firm with the beams 18, use of a certain kind of non-conducting material of it becomes impossible at it. A term "compound between conductive metals" used here means the following.

(A) aluminum and other substances — it is a non-insulation compound electrically — said — others — a substance, (1) Cerium, gadolinium, holmium, a lanthanum, lutetium, Titanium containing NADORINIUMU, samarium, and rare-earth like a terbium, Nickel, iron, niobium, tantalum, a zirconium, molybdenum, tungsten, Lithium, gold, calcium, copper, hafnium, magnesium, a scandium, Barium, strontium, a ruthenium, chromium, vanadium, cobalt, Metal like iridium and rhodium, (2) metal or arsenic and a substance like antimony that may be regarded as nonmetallic or (3) phosphoruses, nitrogen, selenium, boron, and a mixture of a compound like carbon which it may be nonmetallic and was stated to (B) and (A).

[0045] A compound which suits a compound between conductive metals which has primary slide systems fewer than the aforementioned definition, i.e., FCC, (1) Aluminum and other metal. An included compound, aluminum₂Au, aluminum₂Ca, aluminum₂Cu, aluminum₃Fe, aluminum₃Hf, aluminum₃Mg₂, and aluminum₃Nb, aluminum₃nickel, aluminum₃Sc, aluminum₃Ta, aluminum₃Zr, aluminum₄Ba, aluminum₄Mo, and aluminum₄Sr, aluminum₄W, aluminum₆Ru, aluminum₇Cr, aluminum₈V₅, aluminum₉Co₂, aluminum₉Ir₂, aluminum₉Rh₂, AlLi, aluminum₃Ti, and AlTi, (2) A compound semiconductor containing aluminum (AlSb, AlAs, AlP, and AlN), (3) a compound (aluminum₃Ce and aluminum₃ —) containing aluminum and rare-earth [Gd and] A compound containing a compound (aluminum₂Se₃, aluminum₄C₃, and AlB₂) containing aluminum₃Ho, aluminum₃La, aluminum₃Lu, aluminum₃Nd, aluminum₃Sm, aluminum₃Tb, (4) aluminum, and a nonmetal is included. aluminum₃Ti+AlN and aluminum₃Ti+AlTi are contained in a mixture of a thematic intermetallic compound.

[0046] A desirable compound from an economical and functional Reason, They are aluminum₃Fe, aluminum₃Nb, aluminum₃nickel, aluminum₃Ta, aluminum₃Zr, aluminum₄Mo, aluminum₄W, AlAs, AlLi, AlN, AlP, AlSb, aluminum₃Ti, AlTi, aluminum₃Ti+AlTi, and aluminum₃Ti+AlN.

[0047] All the above compounds may be simultaneously deposited with a multiplex cathode for convenience [sputtering / from a compound cathode]. It can use, in order that any technology may control or choose the percentage of a compound. The etching substance changed identically appropriately since the above compound contained the remarkable or high aluminum component, And etching chemistry (an etching reagent, a mask, or a stop) which is used by conventional aluminum and the hinge of the aluminum alloy may usually continue being used. For example, sputtering of the compound between aluminum metals in which conductivity was defined suitably may be carried out, the layers 326 and 180 in "049" patents may be created, and the beam 18 improved by this invention from these layers 326 and 180 may be formed. In essence [in order to create improved DMD or other micro mechanical devices / the process explained in "049" patents], other big change is not required and the deformable beam does not receive relaxation remarkable in many hours of use, or the influence of creep.

[0048] In relation to the above explanation, the following clauses are indicated further.

[0049] (1) In the deformable beam improved including the deviation feasible mass supported by the deformable beam for the micro mechanical devices of form in which said deformable beam becomes deformable according to the deviation of said deviation feasible mass, The deformable beam which consists

of 1 or the conductive aluminium compound beyond it in which said deformable beam has the melting point high in comparison, and few primary slide systems with a sufficient FCC crystal structure are shown.

[0050](2) In the deformable beam improved including the deviation feasible mass supported by said deformable beam for the micro mechanical devices of form in which said deformable beam becomes deformable according to the deviation of said deviation feasible mass, The deformable beam which said deformable beam turns into from the intermetallic compound of 1 or conductive aluminum beyond it.

[0051](3) The deformable beam given in the 2nd clause which said intermetallic compound has the melting point high in comparison, and shows primary slide systems fewer than an FCC crystal structure.

[0052](4) A micro mechanical device given in the 3rd clause, wherein said micro mechanical device is SLM and said deviation feasible mass is a mirror.

[0053](5) A micro mechanical device given in the 4th clause, wherein an intermetallic compound of said conductive aluminum has general formula Al_xQ_y and Q removes oxygen.

[0054](6) A micro mechanical device given in the 5th clause, wherein Q is chosen from a group who consists of iron, niobium, nickel, tantalum, a zirconium, molybdenum, tungsten, arsenic, lithium, nitrogen, a phosphorus, antimony, and titanium.

[0055](7) A micro mechanical device given in the 6th clause, wherein said deformable beam consists of a mixture of two or more compounds.

[0056](8) A micro mechanical device given in the 7th clause, wherein said mixtures are aluminum Ti and Al_3Ti .

[0057](9) A micro mechanical device given in the 5th clause, wherein Q is chosen from a group who consists of antimony, arsenic, a phosphorus, and nitrogen.

[0058](10) A micro mechanical device given in the 4th clause which said aluminium compound is general formula Al_xQ_y , and is characterized by choosing Q from a group who consists of a metallic element, a rare earth element, a nonmetallic element, and a nonmetallic gas element.

[0059](11) A micro mechanical device given in the 10th clause, wherein Q is the metallic element chosen from the group who consists of iron, niobium, nickel, tantalum, a zirconium, molybdenum, tungsten, lithium, and titanium.

[0060](12) A micro mechanical device given in the 10th clause, wherein Q is the nonmetallic element chosen from the group who consists of antimony, arsenic, and a phosphorus.

[0061](13) A micro mechanical device given in the 10th clause, wherein Q is nitrogen.

[0062]Q (14) Gold, calcium, copper, iron, hafnium, magnesium, Niobium, nickel, a scandium, tantalum, a zirconium, barium, Molybdenum, samarium, tungsten, a ruthenium, vanadium, Niobium, iridium, rhodium, lithium, antimony, titanium, cerium, The micro mechanical device given in the 10th clause choosing from the group who consists of gadolinium, holmium, a lanthanum, lutetium, NADORINIUM, samarium, a terbium, selenium, carbon, arsenic, boron, a phosphorus, and nitrogen.

[0063](15) In the deformable beam improved including the deviation feasible mass supported by the deformable beam for the micro mechanical devices of the form which the deviation of said deviation feasible mass makes change said beam, A deformable beam, wherein said beam consists of a substance chosen from the group who consists of a compound containing the intermetallic compound containing aluminum, the compound semiconductor containing aluminum, the compound containing aluminum and rare-earth, and the compound containing aluminum and a nonmetal.

[0064](16) Said substance, $aluminum_2Au$, $aluminum_2Ca$, $aluminum_2Cu$, $aluminum_3Fe$, $aluminum_3Hf$, $aluminum_3Mg_2$, and $aluminum_3Nb$, $aluminum_3nickel$, $aluminum_3Sc$, $aluminum_3Ta$, $aluminum_3Zr$, $aluminum_4Ba$, $aluminum_4Mo$, $aluminum_4Sr$, The deformable beam given in the 15th clause being $aluminum_4W$, $aluminum_6Ru$, $aluminum_7Cr$, $aluminum_8V_5$, $aluminum_9Co_2$, $aluminum_9Ir_2$, $aluminum_9Rh_2$, $AlLi$, $aluminum_3Ti$, or $AlTi$.

[0065](17) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is $aluminum_3Ti$.

[0066](18) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is $AlTi$.

[0067](19) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is a mixture of $aluminum_3Ti$ and $AlTi$.

[0068](20) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is AlN .

[0069](21) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is a mixture of AlN and aluminum₃Ti.

[0070](22) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is a compound semiconductor containing aluminum.

[0071](23) A deformable beam given in the 22nd clause, wherein said substance is AlSb, AlAs, AlP, or AlN.

[0072](24) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is a compound containing aluminum and rare-earth.

[0073](25) A deformable beam given in the 24th clause, wherein said substance is aluminum₃Ce,

aluminum₃Gd, aluminum₃Ho, aluminum₃La, aluminum₃Lu, aluminum₃Nd, aluminum₃Sm, or aluminum₃Tb.

[0074](26) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is a compound containing aluminum and a nonmetal.

[0075](27) A deformable beam given in the 26th clause, wherein said substance is aluminum₂Se₃, aluminum₄C₃, or AlB₂.

[0076](28) The deformable beam given in the 16th clause being able to etch by the procedure of using in order that said substance may etch the same or same etching reagent, aluminum, and an aluminum alloy.

[0077](29) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said beam is formed of sputtering.

[0078](30) A deformable beam given in the 16th clause, wherein said substance is more powerful than aluminum or an aluminum alloy and the influence of relaxation is small.

[0079](31) In the deformable beam improved including the deviation feasible mass supported by the deformable beam for the micro mechanical devices of form in which said deformable beam becomes deformable according to the deviation of said deviation feasible mass, Said deformable beam consists of one or the mixture of 2 or the conductive aluminium compounds beyond it, and said conductive aluminum, (a) Have the melting point high in comparison, and few primary slide systems with a sufficient FCC crystal structure are shown, (b) It can etch by the procedure in which it is used in order to be able to etch with the same or same etching reagent and to etch aluminum and an aluminum alloy, (c) The deformable beam consisting of one or the mixture of the conductivity aluminium compounds more powerful than aluminum or an aluminum alloy beyond 2 with small influence of relaxation, or it.

[0080](32) Various metal and oxide layers, photoresist, liquids, and plasma etching, The micro mirror device 10 of the monolithic electrically integrated so that addressing was possible is formed using the sputtering technology containing the technology and the substance which plasma-strip-process and are related. The mass or the mirror 12 which was supported by 1 or the beam 18 beyond it formed by sputtering and selectivity etching and in which an electrostatic deflection is selectively possible is contained in this micro mirror device 10. Said beam 18 improves by comprising a mixture beyond 2 or it of the conductive aluminium compound between metal, or such a compound. The substance which constitutes the improved beam 18 has the melting point high in comparison, The influence of more powerful than aluminum and an aluminum alloy and relaxation [etch / by two or more same or same etching reagent and two or more procedures of using in order to show a primary slide system smaller than an FCC crystal structure and to etch aluminum and an aluminum alloy / it / and] is small. Therefore, the improved beam 18 shows strong increase and mitigation of relaxation, even if it does not make an essential large namely, change from the typical process process adopted in order to create the non-changing device of other methods.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a deformable beam improved including deviation feasible mass supported by deformable beam for the micro mechanical devices of form in which said deformable beam becomes deformable according to the deviation of said mass, A deformable beam which said beam has the melting point high in comparison, and consists of 1 or a conductive aluminium compound beyond it in which primary slide systems fewer than an FCC crystal structure are shown.

[Translation done.]